

УДК 630.232.32

UDC 630.232.32

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

05.20.01 - Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences)

**АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ МАШИН ДЛЯ ВЫКОПКИ САЖЕНЦЕВ**

**ANALYSIS OF THE DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF MACHINES FOR DIGGING OUT SEEDLINGS**

Коновалов Владимир Иванович  
доцент кафедры «Процессы и машины в агробизнесе»  
SPIN-код 4413-4190, АВН-7546-2020  
e-mail: konovalov.v.i@mail.ru  
*ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия*

Konovalev Vladimir Ivanovich  
associate professor of the department "Processes and machines in agribusiness"  
RSCI SPIN-code 4413-4190, АВН-7546-2020  
e-mail: konovalov.v.i@mail.ru  
*FSBEI HE Kuban SAU, Krasnodar, Russia*

Коновалов Алексей Геннадьевич  
студент факультета механизации  
e-mail: kanovil@mail.ru  
*ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия*

Konovalev Alexey Gennadievich  
student of mechanization faculty  
e-mail: kanovil@mail.ru  
*FSBEI HE Kuban SAU, Krasnodar, Russia*

Пути улучшения технологического процесса, направленного на выкопку различных видов растений, состоит из различных последовательных этапов. Из их числа можно выделить этап анализа уже существующих конструктивно-технологических решений. В статье представлен анализ направлений развития выкопочных агрегатов. Источником информации послужили открытые реестры ФИПС РФ и зарубежные базы данных. В ходе анализа выявлены основные пути совершенствования технологического процесса выкопки саженцев и технических решений для его осуществления, а также пути достижения заявленного технического результата. На основании полученных данных разработана конструктивно-технологическая схема выкопочной скобы. Намечены дальнейшие пути совершенствования предлагаемого технического решения

Ways to improve the technological process aimed at the excavation of various types of plants consists of various successive stages. Among them, we can single out the stage of analysis of already existing structural and technological solutions. The article presents an analysis of the directions of development of excavation units. The source of information was the open registers of the FIPS of the Russian Federation and foreign databases. In the course of the analysis, the main ways of improving the technological process of digging seedlings and technical solutions for its implementation, as well as ways to achieve the desired technical result, are revealed. Based on the data obtained, a design and technological scheme of the digging bracket has been developed. Further ways of improving the proposed technical solution are outlined

Ключевые слова: ВЫКОПОЧНАЯ МАШИНА, ВЫКОПОЧНАЯ СКОБА, САЖЕНЦЫ, КАЧЕСТВО ВЫКОПКИ, ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Keywords: DIGGING MACHINE, DIGGING BRACKET, SEEDLINGS, DIGGING QUALITY, WAYS OF IMPROVEMENT

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-179-004>

**Актуальность исследования**

Процесс разработки новых агрегатов является весьма сложным и долгим и включает в себя перечень этапов, которые взаимосвязаны между собой. К ним можно отнести анализ современного состояния и направлений развития средств механизации садоводства, формирование начальных требований на конкретную операцию и создание экспериментального об-

<http://ej.kubagro.ru/2022/05/pdf/04.pdf>

разца, его испытание с последующей доработкой для улучшения результатов [16, 18, 19]. Однако уже на начальном этапе выполнив глубокий и всесторонний анализ серийных и перспективных конструктивно-технологических схем можно значительно сузить круг необходимых научно-технических задач, заранее определив наиболее перспективное направление для совершенствования требуемого технологического процесса [23, 24].

### **Постановка задачи**

В настоящее время наиболее сложным технологическим процессом при выращивании сеянцев, саженцев плодовых и декоративных культур, декоративных и плодово-ягодных кустарников, а также кустарников роз является их выкопка. Основная агротехническая задача при выкопке деревьев, кустарников и сеянцев состоит в том, чтобы в процессе их отделения от почвенного монолита корневая система, ствол и ветви растения должны быть без повреждений, поскольку в дальнейшем при пересадке на новое место это позволит им быстрее разрастись и адаптироваться к новому месту. Выкопку саженцев производят специальной скобой, которая заглубляется на глубину 25–35 см, подрезает и поднимает пласт почвы вместе с корнем без оборота пласта [17]. Для решения этой задачи были разработаны различные конструктивно-технологические схемы, которые позволяют решить данную проблему.

Существуют различные конструктивно-технологические схемы для выкопки, которые имеют как простые конструкции, которые имеют пассивную режущую часть, подрезающую пласт почвы с корнем растения, так и вибрационный механизм, повышающий степень крошения комков почвы, и тем самым повышается эффективность процесса извлечения корня из почвы.

### **Исследовательская часть**

В процессе анализа направлений развития средств механизации для выкопки сеянцев, декоративных и плодовых деревьев, декоративных и плодово-ягодных кустарников и кустарников роз производили систематизацию данных открытых реестров Федерального института промышленной собственности РФ и зарубежных баз патентных документов. Несмотря на большое разнообразие различных подходов по достижению требуемого технического результата, все рассмотренные технические решения имеют общие признаки и подходы [25, 26].

В сельскохозяйственной машине по патенту РФ 2172576, предназначенной для выкопки саженцев (рис. 1), состоящей из несущей рамы 1 с прицепным устройством 2, спереди установлены опорные колеса 3, которые позволяют выполнять выравнивание рамы в горизонтальной плоскости, а сзади установлены задние опорные колеса 4, через которые регулируется глубина подрезки [2]. В качестве рабочих органов используются горизонтальные стрельчатые ножи с углом резания  $45^\circ$  5, которые крепятся к стойкам 7, вертикальные ножи 9, установленные в шахматном порядке в установочных креплениях 8 на продольных брусках 6 и подвижная грудь 10, шарнирно закрепленная к горизонтальным ножам 5. Кроме того сельскохозяйственная машина оснащена рыхлящем решетом 12 с приспособлением 11 для изменения его угла.

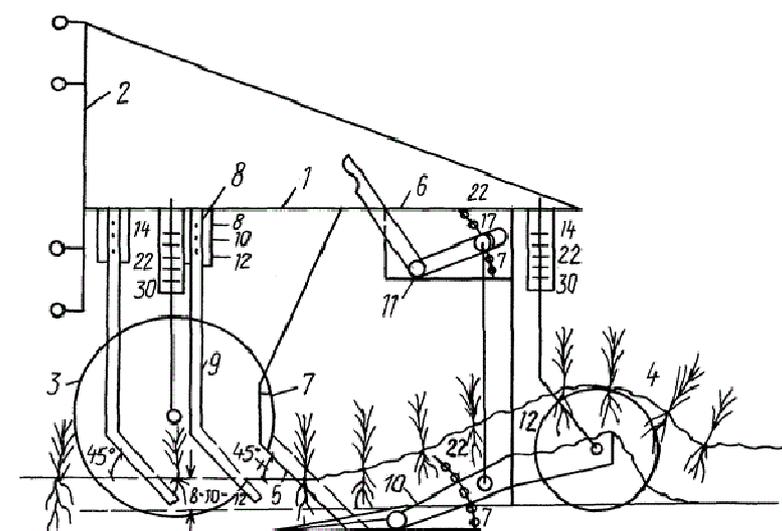


Рисунок 1 – Схема машины для выкопки саженцев по патенту РФ 2172576 [2]:

- 1 – рама; 2 – прицепное устройство; 3 – передние колесо; 4 – задние опорное колесо; 5 – горизонтальный стрелчатый нож; 6 – продольный брус;
- 7 – боковая стойка; 8 – установочное крепление; 9 – вертикальный нож;
- 10 – подвижная грудь; 11– приспособление; 12 – рыхлящее решето

При работе сельскохозяйственную машину загоняют на требуемую глубину и начинают движение, при этом вертикальные ножи 9 отрезают пласт почвы по бокам, срезая при этом боковые корни, а горизонтальные стрелчатые ножи 5, подрезают горизонтальный пласт почвы вместе с вертикальным корнем, тем самым единый пласт почвы с саженцем поступает на подвижную грудь 10, где происходит рыхление почвы. В результате работы, благодаря установленным под углом 45° горизонтальным стрелчатым ножам 5, происходит полное подрезание пласта почвы с корнями растения, за счет чего улучшается качество выкопки посадочного материала.

В машине для выкопки саженцев по патенту РФ 198468 (рис. 2) предлагается использовать дисковый копач 7, который снабжен режущими ножами 8 с приводом 9, обеспечивающий вращение диска сверху вниз при врезании его в почву, дополнительной рамы 10 к которой крепится диско-

вый копач и выкопчный нож, продольной тяги 11, и управляемым гидроцилиндром 12 параллелограммного механизма [3].

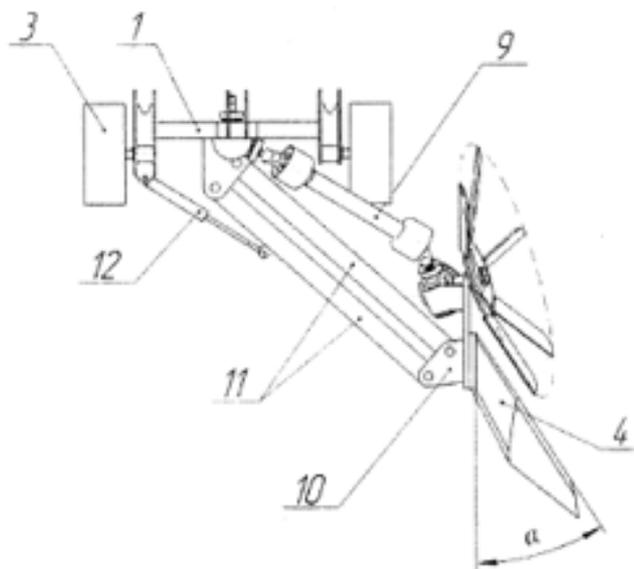


Рисунок 2 – Схема машина для выкопки саженцев по патенту РФ 198468 [3]:

- 1 – рама; 2 – механизм навески; 3 – колесо; 4 – выкопчный нож; 5 – стойка;  
6 – лезвие; 7 – дисковый копач; 8 – режущий нож; 9 – привод;  
10 – дополнительная рама; 11 – продольная тяга; 12 – гидроцилиндр

При работе агрегата, привод 9 подключают к ВОМ трактора с помощью карданного вала, затем привод 9 придает вращение дисковому копачу 7, который в свою очередь осуществляет подкапывание саженцев и эффективно рыхлит почву в зоне нахождения корней выкапываемых саженцев в почве. В результате вращения дискового копача 7, ножи 8 врезаются в почву сверху вниз, тем самым отрезают и рыхлят почву в зоне выкапываемых саженцев. Лезвие 6 выкопчного ножа 4 перерезает оставшиеся стержневые корни, залегающие на глубине выкопки. В результате работы дискового копача 7 в паре с лезвием 6 выкопчного ножа 4 корни выко-

панного растения остаются с минимальными повреждениями, что приводит к улучшению качества посадочного материала.

Разработана конструктивно-технологическая схема выкопчной машины (рис. 3), которая предполагает для улучшения качества выкопки посадочного материала использовать три вертикальных стрельчатых ножа 12 [4].

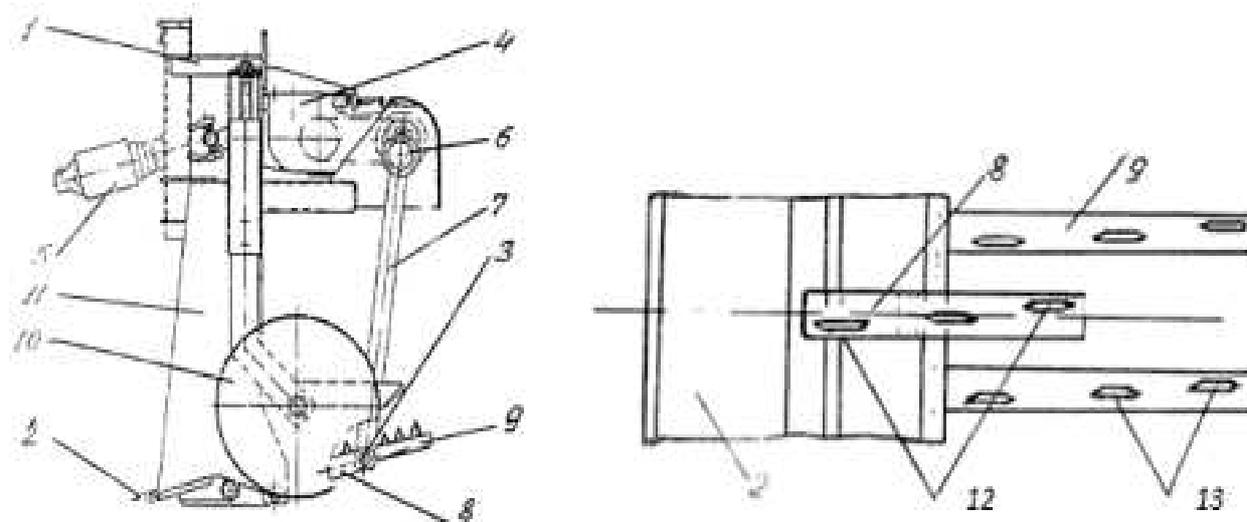


Рисунок 3 – Машина выкопчная для лесных питомников

по патенту РФ 191875 [4]:

1 – рама; 2 – подкапывающая скоба; 3 – вал; 4 – редуктор; 5 – карданный вал;

6 – кривошип; 7 – шатун; 8 – удлинитель; 9 – планка; 10 – опорное колесо;

11 – боковой нож-стойка; 12 – стрельчатый нож; 13 – нож

При работе агрегата за счет использования трех вертикальных стрельчатых ножей 12, установленные в удлинителях и планках, и расположенные со смещением каждого последующего ножа относительно предыдущего в сторону, обеспечивается обрезание корней растений с последующим разделением почвенного пласта на полочки, что исключает обрыв корней и обеспечивает бережное резание корневой системы из-за раз-

рыхления пласта почвы на разные фракция, обеспечивая сохранение корней, тем самым повышая качество посадочного материала.

Сотрудниками Воронежской государственной лесотехнической академии предлагается использовать машину для выкопки саженцев (рис. 4), которая включает рабочие органы, выполненные в виде треугольников 4, при этом для плавного вхождения в почву они имеют направление острыми углами в сторону выкапываемого саженца [5]. Для повышения расширения функциональных возможностей и повышения качества работы машина оснащена полуковшом 5, гидроцилиндром 6 и ограничителем 9.

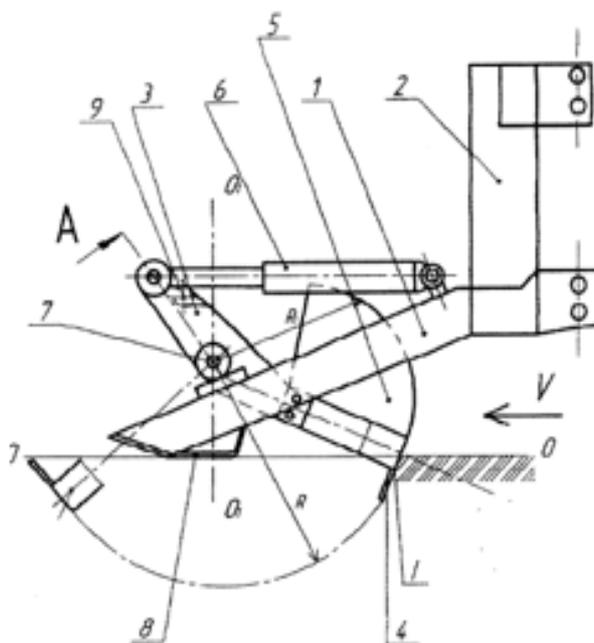


Рисунок 4 – Схема выкопочной машины по патенту РФ 99277 [5]:

- 1 – рама; 2 – навесное устройство; 3 – стойка; 4 – треугольник; 5 – полуковш;  
6 – гидроцилиндр; 7 – шарнир; 8 – крепление вертикальных стоек;  
9 – ограничитель

В процессе работы предлагаемой выкопочной машине по патенту РФ 99277 за счет более плавного вхождения в почву обеспечивается пере-

резание корневой системы саженца без их повреждения, тем самым повышая качество посадочного материала.

В технологической схеме выкопчной машины Бешнов Г. В. предлагает использовать разновысокие клиновидные рыхлители, установленные на подрезающем ноже [6]. При передаче колебаний на рыхлители происходит совмещения прямого резания пласта почвы с резанием со скольжением и активизации процесса рыхления. При выкопке происходит ровный срез корневой системы саженца.

В рассматриваемых машинах для выкопки саженцев, повышение качества выкопки предлагается достичь путем ориентированной установки горизонтальных, вертикальных стрелчатых или треугольных лезвий, клиновидных рыхлителей, а также использованием дополнительного дискового рабочего органа.

Помимо качества выкопки посадочного материала немаловажное значение имеет надежность применяемого орудия, поскольку это неминуемо будет приводить к снижению производительности, а также к невозможности работы при устойчивых технологических регулировках, приводящие к снижению качества полученной продукции [20, 27].

Для устранения этого недостатка выкопчная скоба по патенту РФ 203564 (рис. 5) состоящая из рамы 1, механизма подвески 2, опорного колеса 3, подкапывающей скобы 4 с лемехом 5 и установленных удлинителей 6, снабжена кривошипно-шатунным механизмом для придания удлинителям вибрационных колебаний [7]. Привод выполняется через кривошип 7, шатун 8, который отогнутым участком 9, посредством кронштейнов прикреплен к удлинителям 6.

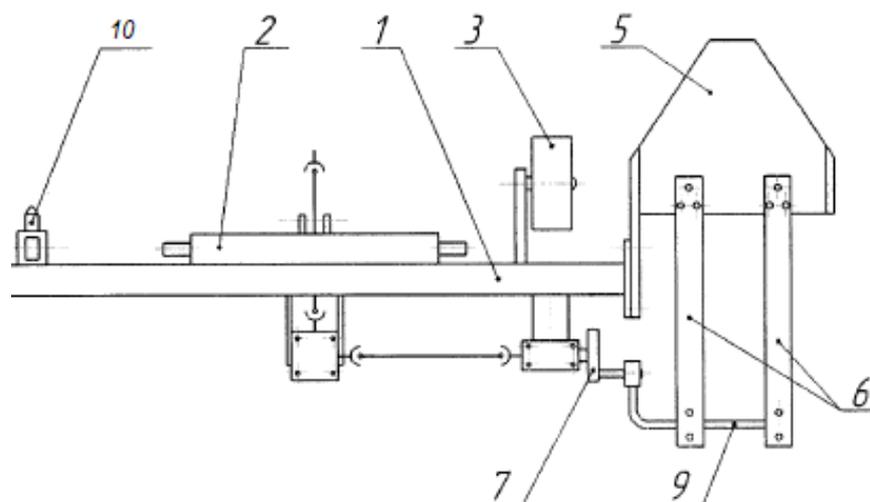


Рисунок 5 – Схема выкопчной скобы по патенту РФ 203564 [7]

1 – рама; 2 – механизм подвески; 3 – опорное колесо; 4 – скоба; 5 – лемех;  
6 – удлинитель; 7 – кривошип; 8 – шатун; 9 – отогнутый участок;  
10 – нож устойчивости

Благодаря жесткому соединению шатуна кривошипно-шатунного механизма с упругими удлинителями в их задней части повышается надежность конструкции и исключается интенсивный износ его подвижных частей.

В предлагаемой Казаковым В. И. выкопчной машине для лесных питомников рекомендуется устанавливать в месте соединения удлинителей на опорной пластине горизонтальные шарниры, что повысит надёжность узла виброотряхивателя [8].

Из рассмотренных конструктивно-технологических схем машин для выкопки саженцев, можно сделать вывод, что повышение надежности агрегата предполагается получить путем использования гибких или подвижных элементов конструкции, крепление же которых к основным деталям выполняется жестким, что позволяет обеспечить дополнительные степени свободы рабочих органов.

Помимо повышения качества выполняемых операций и коэффициента технической надежности применяемых технических средств, все боль-

шее внимание уделяется их годовой загрузке, поскольку это через амортизационные и иные отчисления оказывает значительное влияние на конечную себестоимость продукции [1, 15].

Для расширения функциональных возможностей в выкопчном агрегате по патенту РФ 2239975, включающем раму, навесное устройство, опорные колеса и подрезающую скобу, на раме устанавливаются ограничители углового перемещения, ограничивающие перемещение скобы от горизонтали на угол от 1 до 25°. При выкопке растений скоба устанавливается под большим углом к горизонту для обеспечения рыхления пласта почвы с растениями, а при выполнении функции корнеподрезчика т. е. подрезке корней, угол устанавливается практически нулевым, что приводит к уменьшению разрыхления почвы [9]. Таким образом за счет установки ограничителей углового перемещения можно использовать агрегат на двух различных операциях.

Конструктивная схема, предложенная американскими изобретателями по патенту 4067268 предназначена как для выкапывания растений, так и для их посадки [13]. Данная схема включает в себя транспортный рычаг 1, транспортное средство 2, вал 3, гидравлический цилиндр 4, трубчатый инструмент 5, инструмент для выкопки 6, возвратная заглушка 7.

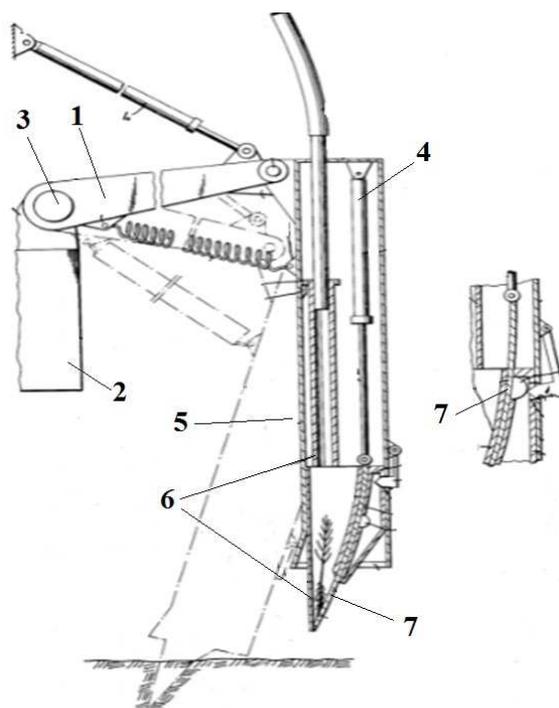


Рисунок 6 – Схема копательно-посадочной машины по патенту 4067268 [13]:

1 – транспортный рычаг; 2 – транспортное средство; 3 – вал;  
4 – гидравлический цилиндр; 5 – трубчатый инструмент; 6 – инструмент для выкопки; 7 – возвратная заглушка

При работе агрегата водитель приводит в действие гидравлический цилиндр 4, который в свою очередь перемещает рычаг 1, трубку 5, копающий наконечник 6 вниз к земле. Копающий наконечник 6 внедряется в грунт и при достижении заданной глубины гидроцилиндр 4 освобождается. После водитель перемещает поршень вверх, отводя заслонку и открывая отверстие. Затем растение падает в вырытую яму. После уплотняющее кольцо прижимает грунт и растение остается в земле. При выкапывании растения гидроцилиндр перемещает копающий наконечник вниз, тем самым подрезая корни растения и поднимая его вверх. После водитель может транспортировать саженец в посадочную яму.

Агрегат для выкопки саженцев, предложенный корейскими изобретателями предназначен для выкопки растений с комом, а также для подго-

товки посадочных ям, и включает в себя основную раму 1, первую 2 и вторую 3 лопатки, неподвижный вал 4, лопаточный цилиндр 5, держатель дерева 6 и направляющую 7 [14].

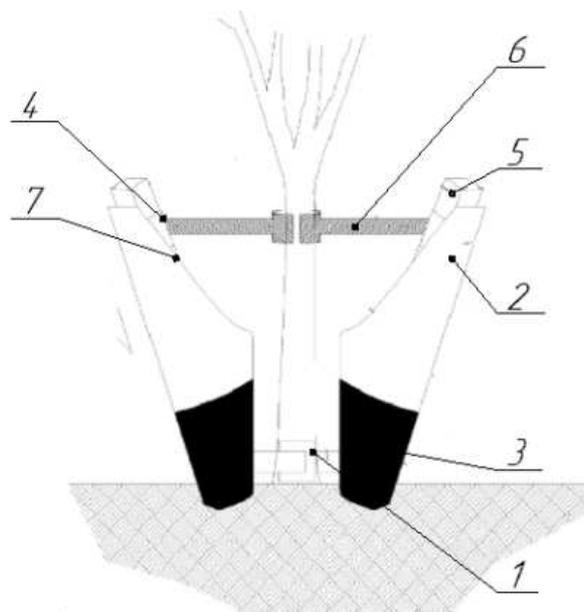


Рисунок 7 – Схема агрегата для выкопки и транспортировки деревьев по патенту 1020160144776 [14]:

1 – основная рама, 2 – первая лопатка, 3 – вторая лопатка, 4 – неподвижный вал, 5 – лопаточный цилиндр, 6 – держатель дерева, 7 – направляющая

При работе агрегата оператор подъезжает к выбранному растению, затем с помощью держателя дерева фиксирует саженец, после чего приводит в действие лопаточный цилиндр, который, в свою очередь, перемещает вдоль направляющей первую и вторую лопатку агрегата вниз. При врезании лопаток в грунт, они подрезают корни растения вместе с комом земли. После оператор с помощью гидроцилиндра поднимает растение вверх и пересаживает в другое место.

Таким образом для расширения функциональных возможностей выкопчных машин предлагается их использовать для подрезки корней саженцев и для выкопки ям при их посадке.

Также немало важное значение имеет и энергоемкость процесса, которая напрямую определяет затраты топливо-смазных материалов [1, 22]. В машине для выкопки саженцев (рис. 2), для снижения тягового сопротивления выкапывающего рабочего органа предлагается использовать отогнутую стойку выкопочного ножа, расположенную в створе с дисковым копачом, что обеспечивает снижение сопротивления при выкопке.

В выкопочной машине по патенту РФ 99277, на рабочих органах, выполненных в виде дисковых копачей, предлагается использовать диски, установленные под углом к поверхности, а также оснащенные ножами, составляющими с плоскостью диска острые углы и отклоненными внутрь от нее [9]. Такое конструктивное решение позволяет при врезании дисков в почву вращать их сверху вниз, обеспечивая рыхление почвы и снижение тягового сопротивления. Помимо указанных конструктивно-технологических решений, предлагается использовать различные сочетания рабочих органов и знакопеременных гармонических колебаний, что также будет способствовать снижению тягового сопротивления.

Таким образом, для снижения тягового сопротивления предлагается использовать вибрирующие или установленные под углом меньшим, чем угол трения рабочие органы.

Надежность и рыночная цена выкопочных машин зависит не только от надежности самих сборочных единиц и деталей, но от их числа, поэтому упрощение конструктивно-технологических схем также является перспективным направлением их совершенствования [1]. Например, в машине для лесных питомников по патенту РФ 95218 (рис. 8), предлагается использовать простую конструкцию, которая включает в себя раму 1, механизм подвески 2, рабочий орган 3 и лыжи 4 [11].

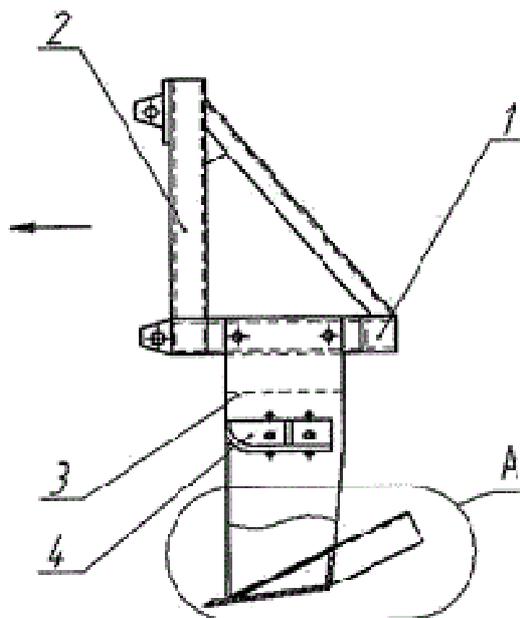


Рисунок 8 – Схема выкопчной скобы для лесных питомников по патенту РФ 95218 [11]:

1 – рама; 2 – механизм навески; 3 – рабочий орган; 4 – лыжи

Данная машина обладает минимальным количеством деталей по сравнению с вышеперечисленными выкопчными машинами, при этом все детали рабочего органа соединены между собой в местах прилегания с помощью сварки, образуя жесткий двугранный клин. По такому же принципу сформирована конструктивно-технологическая схема по патенту РФ 95217 [12]. Кроме того, в описанной ранее выкопчной скобе по патенту РФ 203564 (рис. 5) предполагается использовать минимальное количество деталей, снабженную вибрационным механизмом, в котором жесткое соединение шатуна кривошипно-шатунного механизма с упругими удлинителями упрощает конструкцию [7].

Ввиду несимметричности расположения рабочих органов относительно линии тяги энергосредства, при работе выкопчных машин возникают дополнительные требования к курсовой устойчивости [19, 21]. Например, в машине для выкопки саженцев по патенту РФ 198468 (рис. 2), за счет дискового копача, создается реактивная сила, уравнивающая

силу сопротивления со стороны выкопчного ножа, тем самым стабилизируя равновесие агрегата в горизонтальной плоскости, что увеличивает курсовую устойчивость [3]. По такому же принципу предлагается повысить курсовую устойчивость в конструктивно-технологической схеме Драпалюка М. В., которая для стабилизации моментов резания предполагает установку ножей на дисках под углом [10]. В подрезчике корней для лесных питомников по патенту РФ 95217 смещение агрегата в горизонтальной плоскости достигается за счет использования полозьев и плоских лап, которые позволяют поддерживать требуемую глубину выкопки, тем самым снижая величину и вероятность возникновения разнонаправленных моментов [12]. Другими словами, курсовую устойчивость перспективных выкопчных агрегатов предлагают повысить путем применения различных комбинации опорно-режущих элементов с четкой ориентацией их в пространстве.

#### **Апробация полученных результатов**

На основе проведенного анализа различных технических решений разработана конструктивно-технологическая схема выкопчной скобы (рис. 9), которая включает в себя раму 2, механизм подвески 5, выкопчный нож 1, нож устойчивости 3, установленный со смещением относительно оси рамы, стреловидные ножи 6, которые устанавливаются на выкопчном ноже спереди, штригели 4, которые устанавливаются сзади ножа и пневмовибратор 7.

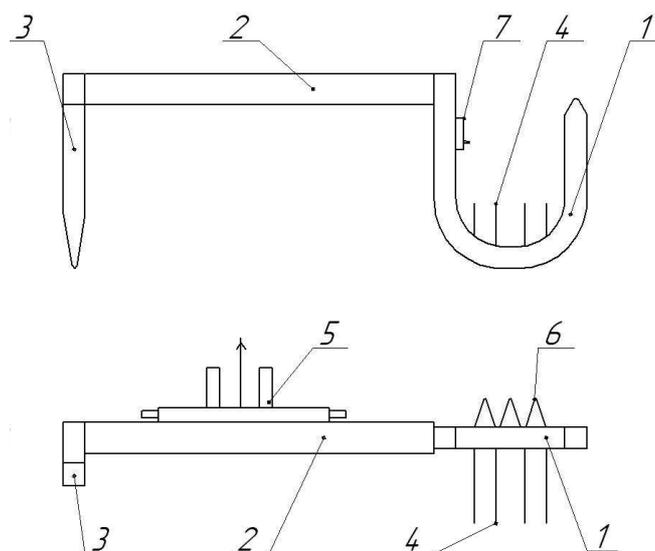


Рисунок 8 – Схема конструктивно-технологическая разработанной выкопчной скобы:

- 1 – выкопчная нож; 2 – рама; 3 – нож устойчивости; 4 – штригели;  
5 – механизм навески; 6 – стреловидный нож; 7 – пневмовибратор

При работе, предлагаемой выкопчной скобы, стреловидные ножи будут обеспечивать плавное резание корневой системы растения за счет своей формы. В свою очередь нож устойчивости позволит повысить курсовую устойчивость в горизонтальной плоскости. Установка штригелей повысит качество рыхления почвенного пласта. Пневмовибратор будет подавать на выкопчный нож и штригели знакопеременные нагрузки, что позволит уменьшить тяговое сопротивление рабочего органа и улучшит качество рыхления почвы. Все детали в местах прилегания соединены между собой жестко, что позволит увеличить надежность конструкции.

### Выводы

Полученные результаты исследования позволяют сформировать основные направления развития средств механизации выкопки саженцев, которые по техническому результату можно разделить на следующие виды:

- повышение качества выкопки посадочного материала;
- повышение надежности конструкции;

- расширение функциональных возможностей;
- снижение тягового сопротивления выкапывающего рабочего органа;
- упрощение конструкции;
- повышение курсовой устойчивости.

Проанализировав различные конструктивно-технологические решения совершенствования процесса работы выкопки саженцев и сеянцев можно сделать вывод, что наиболее большее внимание уделяется именно повышению качества выкопки. При этом для повышения качества выкопки посадочного материала необходимо, что бы во время выкапывания рабочий орган скобы плавно перерезал корневую систему растения, а из всех рассмотренных технических решений можно выделить следующие основные пути повышения качества посадочного материала при выкопке:

- установка поперечного ножа под определенным углом к горизонту;
- установка вертикальных ножей со смещением;
- установка дискового копача;
- создание на рабочих органах вибрации.

Для повышения качества выкопочного материала, снижения энергоёмкости технологического процесса, упрощения конструкции и повышения курсовой устойчивости агрегата предложена конструктивно-технологическая схема выкопочной скобы. С целью повышения экономической эффективности эксплуатации предлагаемой конструктивно-технологической схемы на следующем этапе необходимо дополнить ее элементами, позволяющими расширить ее функциональные возможности.

#### Список литературы

1. Кастиди Ю.К. Экономическая эффективность обеспеченности товаропроизводителей краснодарского края сельскохозяйственной техникой [Текст] / Ю. К. Кастиди, Д. А. Крепашев. // Труды Кубанского государственного аграрного университета – Краснодар.: Из-во. «КубГАУ». – 2011. № 28. С. 39–42.

2. Пат. 2172576РФ, МПК А01В 39/12, А01В39/00, А01В 39/02, А01G 23/00. Выкопчная скоба [Текст] / А. П. Шадрин; заявитель и патентообладатель А. П. Шадрин. - №2000111710/13; заявл. 12.05.2000; опубл. 27.08.2001 Бюл. № 24.

3. Пат. 198468 РФ, МПК А01D 13/00. Машина для выкопки саженцев [Текст] / В. Г. Бросалин, А. А. Завражнов, А. И. Завражнов, А. А. Земляной, В. Ю. Ланцев; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина». - №2020112601; заявл. 25.03.2020; опубл. 13.07.2020 Бюл. № 20

4. Пат. 191875 РФ, МПК А01С 11/04. Машина выкопчная для лесных питомников [Текст] / А. А. Мартынюк, В. И. Казаков, В. Т. Дегтев, Н. Е. Проказин, И.В. Казаков, Е.Н. Лобанова; заявитель и патентообладатель Федеральное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства (ФБУ ВНИИЛМ)». - №2019103759; заявл. 11.02.2019 опубл. 26.08.2019 Бюл. № 24

5. Пат. 99277 РФ, МПК А01С 11/00. Выкопчная машина [Текст] / М. В. Драпалюк, Д. Ю. Дручинин; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежская государственная лесотехническая академия». - № 2010111038/12; заявл. 23.03.2010; опубл. 20.11.2010 Бюл. № 32

6. Пат. 93030476 РФ, МПК А01С 11/00. Выкопчная машина [Текст] / Г. В. Бешнов, В. В. Илюхин; заявитель и патентообладатель Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства. - №93030476/15; заявл. 16.06.1993 опубл. 20.02.1997

7. Пат. 203564 РФ, МПК А01С 11/04. Машина для выкопки саженцев [Текст] / В. Г. Бросалин, А. С. Гончаров, А. А. Завражнов, А. И. Завражнов, А. А. Земляной, В. Ю. Ланцев; заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет». - № 2020137222; заявл. 11.11.2020; опубл. 12.04.2021 Бюл. № 11

8. Пат. 61982 РФ, МПК А01С 11/04. Выкопчная машина для лесных питомников [Текст] / В. И. Казаков, С. А. Родин, В. Т. Дегтев, И. В. Казаков, Е. Н. Лобанова; заявитель и патентообладатель ФГУ Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства (ВНИИЛМ). - №2006145727/22; заявл. 25.12.2006; опубл. 27.03.2007 Бюл. № 9

9. Пат. 2239975 РФ, МПК А01С 11/00. Корнеподрезчик [Текст] / В. И. Казаков, О. Г. Климов; заявитель и патентообладатель Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства (ВНИИЛМ). - №: 2002112470/12; заявл. 15.05.2002; опубл. 20.11.2004 Бюл. № 32

10. Пат. 99277 РФ, МПК А01С 11/00. Выкопчная машина [Текст] / М. В. Драпалюк, Д. Ю. Дручинин; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежская государственная лесотехническая академия». - №2010111038/12; заявл. 23.03.2010; опубл. 20.11.2010 Бюл. № 32

11. Пат. 95218 РФ, МПК А01С 11/00. Скоба выкопчная для лесных питомников [Текст] / А. А. Головин, А. Е. Вишневу, А. А. Головин; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью Творческое внедренческое предприятие «Новатор». - №2010111074/22; заявл. 23.03.2010; опубл. 27.06.2010 Бюл. № 18

12. Пат. 95217 РФ, МПК А01С 11/00. Подрезчик корней для лесных питомников [Текст] / А. А. Головин, С. М. Васильев, А. А. Головин; заявитель и патентообла-

датель Общество с ограниченной ответственностью Творческое внедренческое предприятие «Новатор». - №2010111071/22; заявл. 23.03.2010; опубл. 27.06.2010 Бюл. № 18

13. Пат. 4067268США, МПКА01G 23/00, А01G 23/04, А01С 11/00. Digging and planting machine [Текст] / Lofgren Stig-Gunnar Ekeborg Bo Gunnar; заявитель и патентообладатель Mooch Domsjo Aktiebolag. - № 05680270; заявл. 26.04.1976 опубл. 01.10.1978.

14. Пат. 1020160144776 Республика Корея, МПКА01G 23/04, А01С 11/04, А01G 23/02. APPARATUS FOR TRANSPLANTING TREE [Текст] / 조의환; заявитель и патентообладатель 조의환. - № 1020150081359; заявл. 09.06.2015 опубл. 19.12.2016.

15. Соколова А. П. Влияние обеспеченности техникой на экономические показатели растениеводства [Текст] / А. П. Соколова, Ю. К. Кастиди, Г. Ф. Бершицкая Г.Ф., М. Е. Трубилин // Сельский механизатор – М.: Из-во. «Нива». – 2015. № 2. С. 22-23.

16. Сохт К. А. Статистические методы исследований процессов и машин в агробизнесе: [Текст] учеб. пособие / К. А. Сохт, Е. И. Трубилин, В. И. Коновалов. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 217 с.

17. Сельскохозяйственные машины (устройство, работа и основные регулировки): учеб. пособие / В. А. Романенко [и др.]. – Краснодар: Куб ГАУ, 2014. – 232 с.

18. Трубилин Е. И. Теоретическое исследование способов повышения эффективности эксплуатации дисковых почвообрабатывающих орудий [Текст] / Е. И. Трубилин, В. И. Коновалов, С. И. Коновалов // Труды Кубанского государственного аграрного университета – Краснодар.: Из-во. «КубГАУ». – 2017. № 65. С. 165–171.

19. Трубилин Е. И. Повышение технологической надежности дисковых борон и луцильников / Е. И. Трубилин, К. А. Сохт, В. И. Коновалов // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 6. – С. 12–15.

20. Трубилин Е. И. Заглубляющая способность дисковых борон и луцильников / Е. И. Трубилин, К. А. Сохт, В. И. Коновалов, В. В. Кравченко // Сельский механизатор. – 2013. – № 11. – С. 14–15.

21. Трубилин Е. И. Равновесие дисковых борон и луцильников в горизонтальной плоскости [Текст] / Е. И. Трубилин, К. А. Сохт, В. И. Коновалов // Труды Кубанского государственного аграрного университета – Краснодар.: Из-во. «КубГАУ». – 2013. № 40. С. 166–169.

22. Трубилин Е. И. Экономическая эффективность применения многорядных дисковых борон и луцильников: [Текст] / Е. И. Трубилин, К. А. Сохт, В. И. Коновалов. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 53. – С. 253-254.1.

23. Konovalov V. Constructive-technological diagram of the rotary-string cultivator and the definition of its main parameters / V. Konovalov, S. Konovalov, V. Igumnova // E3S Web of Conferences 126, 00039 (2019)

24. Konovalov V. Analysis of the directions of the development of mechanization units for processing the neartrunk area in the garden / V. Konovalov, S. Konovalov // E3S Web of Conferences, 2020, 193, 01013

25. Konovalov V. Analytical study of the design parameters of the grinding unit of disk harrows / V. Konovalov, S. Konovalov, V. Igumnova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 403 (2019) 012086

26. Konovalov V. Justification of design parameters of a disk working body with a changing radius of curvature / V. Konovalov // E3S Web of Conferences, 2020, 193, 01014

27. Trubilin E.I. Experimental studies of parameters of pneumatic slot sprayer / Trubilin E.I., Borisova S.M., Konovalov V.I., Chebotarev M.I., Gumbarov A.D. // International journal of emerging trends in engineering research. – 2020. – Vol. 8 №1 DOI: 10.30534/ijeter/2020/23812020.

### References

1. Kastidi YU.K. Ekonomicheskaya effektivnost' obespechennosti tovaroproizvoditelej krasnodarskogo kraja sel'skohozyajstvennoj tekhnikoj [Tekst] / YU. K. Kastidi, D. A. Krepashev. // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Krasnodar.: Izvo. «KubGAU». – 2011. № 28. S. 39–42.
2. Pat. 2172576RF, MPK A01B 39/12, A01B39/00, A01B 39/02, A01G 23/00. Vy-kopochnaya skoba [Tekst] / A. P. SHadrin; zayavitel' i patentoobladatel' A. P. SHadrin. - №2000111710/13; zayavl. 12.05.2000; opubl 27.08.2001 Byul. № 24.
3. Pat. 198468 RF, MPK A01D 13/00. Mashina dlya vykopki sazhencev [Tekst] / V. G. Brosalin, A. A. Zavrazhnov, A. I. Zavrazhnov, A. A. Zemlyanoj, V. YU. Lancev; zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe nauchnoe uchrezhdenie «Federal'nyj nauchnyj centr imeni I.V. Michurina». - №2020112601; zayavl. 25.03.2020; opubl. 13.07.2020 Byul. № 20
4. Pat. 191875 RF, MPK A01C 11/04. Mashina vykopochnaya dlya lesnyh pitomni-kov [Tekst] / A. A. Martynyuk, V. I. Kazakov, V. T. Degtev, N. E. Prokazin, I.V. Kazakov, E.N. Lobanova; zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe byudzhethoe uchrezhdenie «Vse-rossijskij nauchno-issledovatel'skij institut lesovodstva i mekhanizacii lesnogo hozyajstva (FBU VNIILM)». - №2019103759; zayavl. 11.02.2019 opubl. 26.08.2019 Byul. № 24
5. Pat. 99277 RF, MPK A01C 11/00. Vykopochnaya mashina [Tekst] / M. V. Drapa-lyuk, D. YU. Druchinin; zayavitel' i patentoobladatel' Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya «Voronezhskaya gosudarstvennaya leso-tekhnicheskaya akademiya». - № 2010111038/12; zayavl. 23.03.2010; opubl. 20.11.2010 Byul. № 32
6. Pat. 93030476 RF, MPK A01C 11/00. Vykopochnaya mashina [Tekst] / G. V. Besh-nov, V. V. Ilyuhin; zayavitel' i patentoobladatel' Vserossijskij selekcionno-tekhnologicheskij institut sadovodstva i pitomnikovodstva. - №93030476/15; zayavl. 16.06.1993 opubl. 20.02.1997
7. Pat. 203564 RF, MPK A01C 11/04. Mashina dlya vykopki sazhencev [Tekst] / V. G. Brosalin, A. S. Goncharov, A. A. Zavrazhnov, A. I. Zavrazhnov, A. A. Zemlyanoj, V. YU. Lancev; zayavitel' i patentoobladatel' federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Michurinskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». - № 2020137222; zayavl. 11.11.2020; opubl 12.04.2021 Byul. № 11
8. Pat. 61982 RF, MPK A01C 11/04. Vykopochnaya mashina dlya lesnyh pitomni-kov [Tekst] / V. I. Kazakov, S. A. Rodin, V. T. Degtev, I. V. Kazakov, E. N. Lobanova; zayavitel' i patentoobladatel' FGU Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut lesovodstva i mekhanizacii lesnogo hozyajstva (VNIILM). - №2006145727/22; zayavl. 25.12.2006; opubl. 27.03.2007 Byul. № 9
9. Pat. 2239975 RF, MPK A01C 11/00. Kornepodrezchik [Tekst] / V. I. Kazakov, O. G. Klimov; zayavitel' i patentoobladatel' Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut lesovodstva i mekhanizacii lesnogo hozyajstva (VNIILM). - №: 2002112470/12; zayavl. 15.05.2002; opubl. 20.11.2004 Byul. № 32
10. Pat. 99277 RF, MPK A01C 11/00. Vykopochnaya mashina [Tekst] / M. V. Drapa-lyuk, D. YU. Druchinin; zayavitel' i patentoobladatel' Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya «Voronezhskaya gos-

darstvennaya leso-tehnicheskaya akademiya». - №2010111038/12; zayavl. 23.03.2010; opubl. 20.11.2010 Byul. № 32

11. Pat. 95218 RF, MPK A01C 11/00. Skoba vykopchnaya dlya lesnyh pitomnikov [Tekst] / A. A. Golovin, A. E. Vishnev, A. A. Golovin; zayavitel' i patentoobladatel' Obshche-stvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu Tvorcheskoe vnedrencheskoe predpriyatie «Novator». - №2010111074/22; zayavl. 23.03.2010; opubl. 27.06.2010 Byul. № 18

12. Pat. 95217 RF, MPK A01C 11/00. Podrezchik kornej dlya lesnyh pitomnikov [Tekst] / A. A. Golovin, S. M. Vasil'ev, A. A. Golovin; zayavitel' i patentoobladatel' Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu Tvorcheskoe vnedrencheskoe predpriyatie «Novator». - №2010111071/22; zayavl. 23.03.2010; opubl. 27.06.2010 Byul. № 18

13. Pat. 4067268SSHA, MPKA01G 23/00, A01G 23/04, A01C 11/00. Digging and planting machine [Tekst] / Lofgren Stig-Gunnar

Ekeborg Bo Gunnar; zayavitel' i patentoobladatel' Mooch Domsjo Aktiebolag. - № 05680270; zayavl. 26.04.1976 opubl. 01.10.1978.

14. Pat. 1020160144776 Respublika Koreya, MPKA01G 23/04, A01C 11/04, A01G 23/02. APPARATUS FOR TRANSPLANTING TREE [Tekst] / 조의환; zayavitel' i patentoobladatel' 조의환. - № 1020150081359; zayavl. 09.06.2015 opubl. 19.12.2016.

15. Sokolova A. P. Vliyanie obespechennosti tekhnikoj na ekonomicheskie pokazateli rastenievodstva [Tekst] / A. P. Sokolova, YU. K. Kastidi, G. F. Bershickaya G.F., M. E. Trubilin // Sel'skij mekhanizator – M.: Iz-vo. «Niva». – 2015. № 2. S. 22-23.

16. Soht K. A. Statisticheskie metody issledovanij processov i mashin v agrobiznese: [Test] ucheb. posobie / K. A. Soht, E. I. Trubilin, V. I. Konovalov. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – 217 s.

17. Sel'skohozyajstvennyye mashiny (ustrojstvo, rabota i osnovnye regulirovki): ucheb. posobie / V. A. Romanenko [i dr.]. – Krasnodar: Kub GAU, 2014. – 232 s.

18. Trubilin E. I. Teoreticheskoe issledovanie sposobov povysheniya effektivnosti ekspluatatsii diskovyh pochvoobrabatyvayushchih orudij [Tekst] / E. I. Trubilin, V. I. Konovalov, S. I. Konovalov // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Krasnodar.: Iz-vo. «KubGAU». – 2017. № 65. S. 165–171.

19. Trubilin E. I. Povyshenie tekhnologicheskoy nadezhnosti diskovyh boron i lushchil'nikov / E. I. Trubilin, K. A. Soht, V. I. Konovalov // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – 2013. – № 6. – S. 12–15.

20. Trubilin E. I. Zaglublyayushchaya sposobnost' diskovyh boron i lushchil'nikov / E. I. Trubilin, K. A. Soht, V. I. Konovalov, V. V. Kravchenko // Sel'skij mekhanizator. – 2013. – № 11. – S. 14–15.

21. Trubilin E. I. Ravnovesie diskovyh boron i lushchil'nikov v gorizontальной ploskosti [Tekst] / E. I. Trubilin, K. A. Soht, V. I. Konovalov // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Krasnodar.: Iz-vo. «KubGAU». – 2013. № 40. S. 166–169.

22. Trubilin E. I. Ekonomicheskaya effektivnost' primeneniya mnogoryadnyh diskovyh boron i lushchil'nikov: [Test] / E. I. Trubilin, K. A. Soht, V. I. Konovalov. // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 53. – S. 253-254.1.

23. Konovalov V. Constructive-technological diagram of the rotary-string cultivator and the definition of its main parameters / V. Konovalov, S. Konovalov, V. Igumnova // E3S Web of Conferences 126, 00039 (2019)

24. Konovalov V. Analysis of the directions of the development of mechanization units for processing the neartrunk area in the garden / V. Konovalov, S. Konovalov // E3S Web of Conferences, 2020, 193, 01013

25. Konovalov V. Analytical study of the design parameters of the grinding unit of disk harrows / V. Konovalov, S. Konovalov, V. Igumnova //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 403 (2019) 012086

26. Konovalov V. Justification of design parameters of a disk working body with a changing radius of curvature / V. Konovalov // E3S Web of Conferences, 2020, 193, 01014

27. Trubilin E.I. Experimental studies of parameters of pneumatic slot sprayer / Trubilin E.I., Borisova S.M., Konovalov V.I., Chebotarev M.I., Gumbarov A.D. // International journal of emerging trends in engineering research. – 2020. – Vol. 8 №1 DOI: 10.30534/ijeter/2020/23812020.